

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭60-89571

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>  
C 23 C 14/36識別記号 庁内整理番号  
7537-4K

⑬公開 昭和60年(1985)5月20日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭発明の名称 マグネトロン型スパッタ装置

⑰特 願 昭58-195267

⑱出 願 昭58(1983)10月20日

⑲発明者 須 藤 晃 茅ヶ崎市香川313-1  
⑳出願人 日本真空技術株式会社 茅ヶ崎市萩園2500番地  
㉑代理人 弁理士 北村 欣一 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

マグネトロン型スパッタ装置

## 2. 特許請求の範囲

真空室内に設けたターゲットの背後に電磁石を配し、該ターゲットの前方の放電空間に該電磁石の磁力線を作用させる式のものに於て、該ターゲットの背面よりも前方に前記電磁石と磁氣的に結合した極片を設けたことを特徴とするマグネトロン型スパッタ装置。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は主として強磁性体材料から成るターゲットを使用するに適したマグネトロン型スパッタ装置に関する。

一般にスパッタ装置は真空蒸着装置よりも多くの物質に薄膜を形成し得るがその薄膜形成速度は蒸着装置よりも遅いのでターゲットの背後に磁石を配置し、放電空間に放電用電界と直交した磁場をかけ、薄膜形成速度を上げるようにしマグネトロン型のスパッタ装置が提案された。

このマグネトロン型のものは、直交した磁場により、放電空間を飛行する電子の軌道をターゲット前面に沿つて長くすることが出来るので真空室内の作動ガスから多くのイオンを電離させ得、発生した多くのイオンがターゲットに衝突して多くの原子又は分子を空間に飛び出させるため薄膜形成速度を大幅に上げられて有利である。而してターゲットが鉄、ニッケル、コバルト或はこれらの合金等の強磁性体であると、磁力線はターゲットの内部を通りその表面に直交磁場を形成出来ないで、該ターゲットの前面に永久磁石を配置したり或はターゲットの表面に磁力線漏洩のための溝を形成する等の手段を施しているが、前者の場合ターゲット表面上の磁場を自在に変えられる程の効果はなく薄膜形成速度を多少上げ得る程度であり、ターゲット材の利用効率も約20%位と低く、また後者の場合ターゲットの製作加工及び装束への取付けが難しい等の欠点がある。

強磁性体のターゲットの利用効率が悪い理由は

ターゲットの表面に運転時間の経過につれて谷状の消耗部分が生じ、そこに磁力線の漏洩が多くなつて局部的に磁場が強まり、他の部分が余り消耗されないまま該谷状部分のみが消耗されてしまうからであると判断される。

本発明は薄膜形成速度が速くターゲットの利用効率も良く製作容易な主として強磁性体をスパッタするに適した装置を提供することを目的としたもので、真空室内に設けたターゲットの背後に電磁石を配備し、該ターゲットの前方の放電空間に該電磁石の磁力線を作用させる式のものに於て、該ターゲットの背面よりも前方に前記電磁石と磁氣的に結合した極片を設けたことを特徴とする。

本発明の実施例を図面につき説明するに、第1図及び第2図に於て(1)は真空室(2)内に設けた強磁性体から成る平板状のターゲット、(3)は該ターゲット(1)に対向して設けた基板、(4)は真空室(2)外のスパッタリング用直流電源装置(5)に接続された陽極、(6)はガス吹出管でこれを介してア

ルゴンその他の作動ガスがガス供給装置(7)から真空室(2)内に供給される。(8)はターゲット(1)の背後に設けた磁芯(9)とコイル(10)で構成される電磁石を示し、外側の電磁石(8a)と内側の電磁石(8b)とでは互に逆極性となるように各コイル(10a)(10b)が巻かれる。(11)(12)は各コイル(10a)(10b)への導電端子で、これには前記スパッタリング用直流電源装置(5)とは別個の電源から電力が供給される。(12)は電磁石(8)と磁氣的に結合され且つターゲット(1)の背面(1a)よりも前方に位置して設けられた極片で、第1図及び第2図示の例ではターゲット(1)が接着等により強固に取付けされる銅板その他の排磁性材のパッキングプレート(13)を挿通して電磁石(8)の磁芯(9)を上方に延長し、これに斜面(10)を形成した極片(12)を対向してボルトで取付け、内外の電磁石(8a)(8b)により異なる極性に各極片(12a)(12b)の励磁が得られると共にその磁力を各電磁石(8)への供給電力に応じて可変出来るようにした。また各極片(12)をターゲット(1)よりも厚手に形成してその背面(1b)

よりも前方の側方から表面にかけて位置し得るようにした。(14)は強磁性体のターゲット(1)と極片(12)との絶縁空間、(15)は絶縁材(15a)を介して真空室(2)に取付けたケーシング、(16)はケーシング壁で該ケーシング(15)内にはケーシング蓋(16)の冷却水注入口(17)を介して冷却水が循環される。(18)は極片(12)がスパッタされることを防止する防護カバーを示し、ターゲット(1)と同一若しくは類似の材料で形成され、厳密にターゲット(1)以外の材料が薄膜内に混入することを防止する必要がある場合に使用される。

尚、極片(12)は第3図示の如く電磁石(8)の磁芯(9)に間隔(19)を存してパッキングプレート(13)に取付けしてもよく、この場合磁気回路としての効率は多少落ちるが製作が容易であり、また第4図示の如く磁芯(9)を延長してその先端部を極片(12)として利用することも可能である。

さらに非磁性材料のターゲット(1)の場合には第5図示のように極片(12)上に直接取付けしてもよい。

その作動を第1図示の場合につき説明するに、スパッタリング用直流電源(5)から陽極(4)とケーシング蓋(16)及びケーシング(15)を介してターゲット(1)とに逆電すると共に各電磁石(8)を図示していない電源により励磁し、ガス吹出管(6)より例えばアルゴンガスからなる作動ガスを吹出させるとターゲット(1)の前方の空間で作動ガスが電離してプラズマ状態になると共にこれにより生じたイオンがターゲット(1)の表面に突入し、ターゲット(1)を構成する原子、分子が飛び出して前方の基板(3)に薄膜状に付着する。この場合各電磁石(8)の励磁に伴ない極片(12)が励磁され、極片(12a)(12b)に生ずる磁力線がターゲット(1)の表面前方の空間にその表面と平行な磁場を形成し、該空間の電子密度を上げるので作動ガスの電離が促進され、ターゲット(1)から飛び出す原子、分子の量が多くなり、その結果基板(3)に対する薄膜形成速度が速くなる。而して該ターゲット(1)の表面前方の空間に形成される磁場の分布は極片(12a)(12b)の形状により左右され、その分布

が適切でないとターゲット利用効率の低下や極片(12)がスパッタされて基板(3)上に形成中の薄膜が汚染される等の不都合が生じやすい。理想的にはターゲット(1)上の極片(12a)(12b)間の空間に於けるターゲット表面と平行な磁束密度の分布が第6図の曲線Aで示すような分布となると共に表面と垂直な磁束密度の分布が曲線Bで示すような分布となることが望ましい。実験によれば磁束密度の分布は極片(12)の斜面(30)の角度 $\alpha$ に依存し、該角度 $\alpha$ が $90^\circ$ 即ち斜面(30)がない場合、ターゲット前方空間の極片(12a)(12b)間のターゲット表面と平行な磁束密度の分布及び垂直な磁束密度の分布は第7図の曲線C、Dで示す如くになり、該角度 $\alpha$ が $52.5^\circ$ の場合にはその平行と垂直の磁束密度の分布は夫々第8図の曲線E、Fで示す如くとなり、また角度 $\alpha$ が $30^\circ$ の場合平行と垂直の磁束密度の分布は第9図の曲線G、Hの如くであつた。これによれば極片(12)の斜面(30)の角度 $\alpha$ が $52.5^\circ$ 前後であれば第6図の理想的磁束密度の分布に近くなつて好都合であるが、

$90^\circ$ の場合には垂直磁束密度の分布が悪く、プラズマの閉じ込めが不充分となるので極片(12)がイオンの衝撃を受け易くなる不都合があり、また $30^\circ$ の場合には平行及び垂直の磁束密度の分布が共に悪く、ターゲット(1)を均等に消耗させその利用効率を高めることが出来ない。第10図に参考迄に極片(12)のない場合の平行及び垂直磁束密度の曲線I、Jを示した。

本発明の具体的実施例は次の通りである。

#### (実施例1)

真空室(2)にアルゴンガスを導入してその圧力を $1 \times 10^{-3}$  Torr とし、純鉄のターゲット(1)の側方から前方にかけて斜面(30)の角度が $52.5^\circ$ の極片(12)を第1図示のように設け、ガラス製の基板(3)上へ純鉄の薄膜を形成すべく40Aの電流をスパッタリング用電源装置(5)からターゲット(1)及び陽極(4)に流すと共に電磁石(8)に100Aの電流を流した。この場合その結果該ガラス基板(3)上には $4500 \text{ \AA}/\text{min}$ の薄膜形成速度で純鉄の薄膜が形成された。この速度はほぼ従来の非磁性体

のターゲットのスパッタリングの場合と略同程度である。この条件で55時間運転した後のターゲット(1)の全体の利用効率は45%であつた。該ターゲット(1)の1部の断面に於ては第11図示のように当初の厚さ $h$ から半分以上消耗され、この部分に於ける利用効率は51.7%であつた。尚、極片(12)のない場合はターゲット(1)は第12図示の如く消耗され、その利用効率は28.4%にすぎない。

#### (実施例2)

ターゲット(1)に非磁性体の金属である銅を用いる他は前記実施例1と同条件でスパッタした結果、ガラス基板(3)には銅の薄膜が従来の銅をスパッタする場合よりも速い $8200 \text{ \AA}/\text{min}$ の速度で形成され、ターゲット(1)の利用効率は55%であつた。

実施例2の場合に於て防護カバー(18)を外し極片(12)の材料がスパッタされて基板(3)の薄膜内に混入する等を測定したところ混入率は0.2%であつた。而して電磁石(8)に140Aの電流を流して

形成した薄膜には0.05%しか混入せず、特に不純物の混入を嫌う薄膜以外はカバー(18)を設ける必要がないことも明らかになつた。

このように本発明によるときは、ターゲットの背面よりも前方に、該ターゲットの背後の電磁石と磁氣的に結合した極片を設けたので、ターゲットの前方空間にほぼ理想的な分布状況の磁場を形成し得薄膜形成速度を速くすることが出来ると共にターゲットをほぼ平均的に消耗させ得てその利用効率を高めることが出来、また該極片の磁束密度は電磁石の電流に応じて自在に制御出来るので所望のプラズマ領域の形成が容易であり、極片の取付けも簡単になる等の効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例の截断側面図、第2図はその要部の拡大断面図、第3図乃至第5図は本発明の他の実施例の截断側面図、第6図乃至第8図は本発明装置に於けるターゲットの前方空間の磁束密度の分布を示す線図、第10図

は従来例の磁束密度の分布の線図、第11図は  
本発明装置により使用されたターゲットの消耗  
状況を示す断面図、第12図は従来装置で使  
用されたターゲットの消耗状態を示す断面図で  
ある。

- (1) … ターゲット
- (2) … 真 空 室
- (3) … 基 板
- (8) … 電 磁 石
- (12) … 極 片

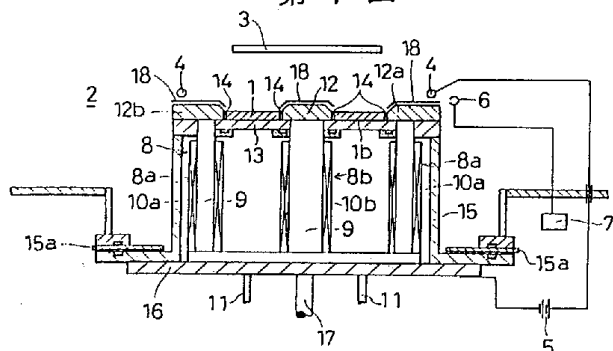
特 許 出 願 人 日 本 真 空 技 術 株 式 会 社

代 理 人 北 村 欣 一

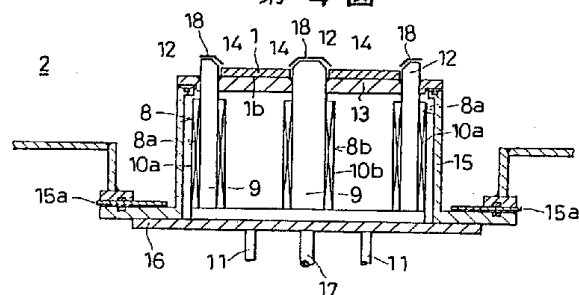
外 2 名



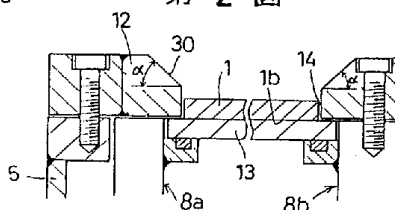
第 1 図



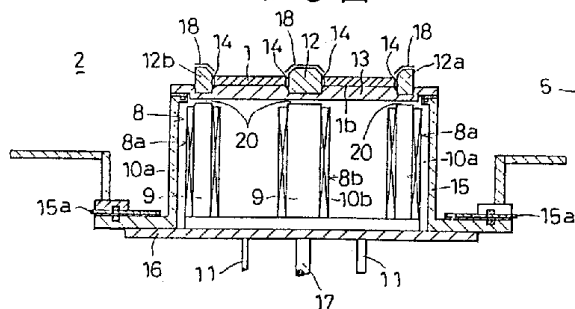
第 4 図



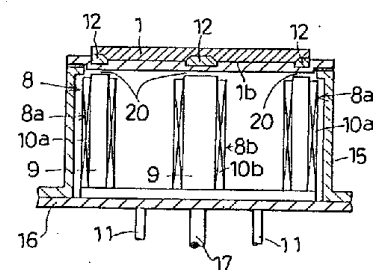
第 2 図



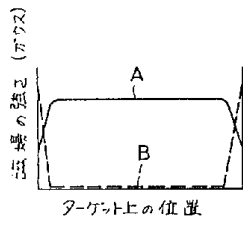
第 3 図



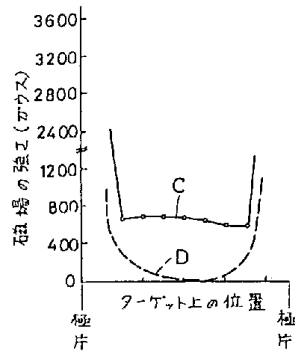
第 5 図



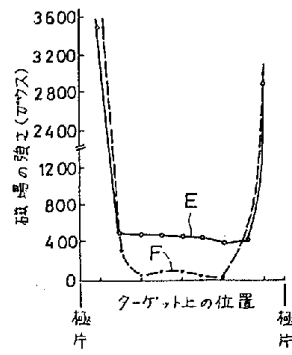
第 6 図



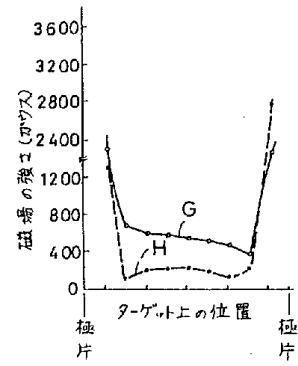
第 7 図



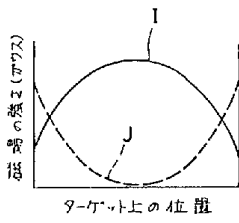
第 8 図



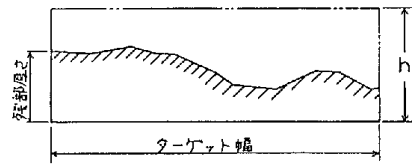
第 9 図



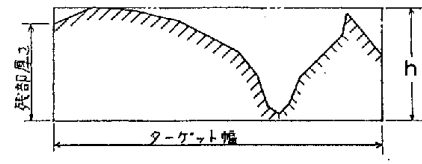
第 10 図



第 11 図



第 12 図



**PAT-NO:** JP360089571A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 60089571 A  
**TITLE:** MAGNETRON TYPE SPUTTERING  
DEVICE  
**PUBN-DATE:** May 20, 1985

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
SUDO, AKIRA	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
ULVAC CORP	N/A

**APPL-NO:** JP58195267  
**APPL-DATE:** October 20, 1983

**INT-CL (IPC):** C23C014/36

**US-CL-CURRENT:** 204/298.19

**ABSTRACT:**

PURPOSE: To obtain a device which has a high rate of forming a thin film and has good utilizing efficiency of a target with a titled device which is disposed with electromagnets behind the target by providing a magnetic piece coupled magnetically to said electromagnets in the position before the rear surface of the target.

CONSTITUTION: A pole piece 12 which is magnetically coupled to electromagnets 8 is attached in the position before the rear surface of a target 1. Electricity is conducted from a DC power source 5 to an anode 4 and the target 1 and the electromagnets 8 are magnetized. When a working gas, for example, Ar is blown from a torch 6, Ar is ionized in the space before the target 1 and is made into plasma state. The ions generated by the ionization plunge into the surface of the target 1 thereby driving out the atoms and molecules constituting the target. The atoms and molecules stick in the form of a thin film on a substrate 3 in front of the target. The pole piece 12 is excited with excitation of the electromagnets 8 and the magnetic lines of force generated in the pieces 12a, 12b form the magnetic field in parallel with the surface of the target 1 in the space in front of said surface thereby increasing the electron density in the space. The ionization of Ar is consequently accelerated and the rate of forming the thin film is increased.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio